

INSTITUTIONEN FÖR
TRANSPORTTEKNIK
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND



BYGGBRANSCHENS MATERIALTRANSPORTER

En studie av nuläge med förslag till utvecklingslinjer

MATERIALS TRANSPORT IN THE BUILDING BRANCH

A study into methods of today with proposals for future development

BO P-A BENGTSSON

1977

INSTITUTIONEN FÖR TRANSPORTTEKNIK

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND



BYGGBRANSCHENS MATERIALTRANSPORTER

En studie av nuläge med förslag till utvecklingslinjer

MATERIALS TRANSPORT IN THE BUILDING BRANCH

A study into methods of today with proposals for future development

BO P-A BENGTSSON

UNIVERSITY OF LUND

TRANSPORTATION AND MATERIALS HANDLING ENGINEERING DEPT
FACK

S-220 07 LUND SWEDEN



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	<u>Sid</u>
FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	2
SUMMARY	4
1 INLEDNING	6
1.1 SYFTE	6
1.2 BAKGRUND	6
1.3 MÅL	7
1.4 AVGRÄNSNINGAR	7
1.5 ARBETSMETODIK	8
1.6 AVHANDLINGENS DISPOSITION	9
1.7 BEGREPP OCH DEFINITIONER	9
2 MATERIALTRANSPORTBEHOV	11
2.1 BYGGPROCESSEN	11
2.2 PRODUKTIONSRESURSER	12
2.3 TRANSPORTBEHOV	13
2.4 TRANSPORTRESURSER	14
2.5 TRANSPORTKOSTNAD	16
3 MATERIALPRECISERING	25
3.1 MATERIALBEHOV	25
3.2 MATERIALKLASSIFICERING	27
3.3 HANTERINGSENHETER	28
4 TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET	30
4.1 PRECISERING AV BEGREPP	30
4.2 PRINCIPER FÖR BESTÄMNING AV TRANSPORT- SYSTEMS EFFEKTIVITET	33
5 MÄTNING AV TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET	37
5.1 GENERELLA MÄTPROBLEM	37
5.2 TRANSPORTSYSTEM FÖR MINERALULLSISOLERING	39
5.3 TRANSPORTSYSTEM FÖR TEGELSTEN	44

5.4	TRANSPORTSYSTEM FÖR JÄRNHANDELSVAROR	48
5.5	METODER FÖR BESTÄMNING AV TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET	49
6	UTVECKLINGSLINJER OCH FORTSATT FORSKNING	54

REFERENSER

BILAGOR

Dokumentutgivare

Lunds universitet

Handläggare

Institutionen för transportteknik

Författare

Bo P-A Bengtsson

Dokumentnamn

Doktorsavhandling

Utgivningsdatum

1977-04-29

Dokumentbeteckning

LUTMDN/(TMTP-1005)/
(1977)

Ärendebeteckning

Dokumenttitel och undertitel

Byggbranschens materialtransporter. En studie av nuläge med förslag till utvecklingslinjer.

Materials Transport in the Building Branch. A Study into Methods of Today with Proposals for Future Development.

Referat (sammandrag)

Utifrån arbetets syfte, att lämna förslag till utvecklingslinjer för byggbranschens materialtransporter, görs en historisk beskrivning av byggtransportområdets utveckling och de viktigaste förutsättningarna för nuläget samt en beskrivning av viktiga förutsättningar för ett byggnadsobjekts materialbehov och transporter. Med utgångspunkt härifrån definieras begreppet transportsystems effektivitet, varefter den fortsatta behandlingen inriktas på problem och metoder för mätning av effektiviteten hos transportsystem. Konkreta, tidigare utförda mätningar granskas och bildar utgångspunkt för förslag till metoder för mätning och utvärdering av transportsystems effektivitet. Arbetet utmynnar i förslag till fortsatt forskning samt generella förslag till utvecklingsfrämjande åtgärder.

Referat skrivet av

Författaren

Förslag till ytterligare nyckelord

Klassifikationssystem och -klass(er)

Indextermer (ange källa)

Omfång

56 sidor

Språk

Övriga bibliografiska uppgifter

Lund

Sekretessuppgifter

ISSN

ISBN

Dokumentet kan erhållas från

Institutionen för transportteknik

Lunds Tekniska Högskola

Box 725, S-220 07 LUND

Mottagarens uppgifter

Pris 35 kr

FÖRORD

Byggbranschen har genomgått snabba förändringar som medfört ökade krav på transporter. Transporterna upptar en allt större del av samhällets resurser. Från resurshushållningssynpunkt är det viktigt att transportverksamheten bedrivs under så rationella former som möjligt. Med dessa utgångspunkter har i föreliggande avhandling behandlats problem och metoder för mätning av transportsystems effektivitet.

Arbetet baseras på två tidigare arbeten som ingår i programmet för forskning rörande byggbranschens materialtransporter vid Institutionen för transportteknik, LTH, Lund.

Ett varmt tack riktas till min handledare, professor Sigfrid Bjerninger, Institutionen för transportteknik, LTH, Lund, som givit goda råd och varit ett inspirerande stöd.

För ett stimulerande samarbete med kolleger och representanter för ett flertal företag tackas också varmt. Ett speciellt tack riktas till institutionssekreterare Laila Hjalmarsson för utskrift av manuskriptet.

Lund i april 1977

Bo P-A Bengtsson

SAMMANFATTNING

Den tekniska utvecklingen och de ökade kraven på byggnader från brukare och samhälle har medfört att byggandet i många avseenden genomgått snabba förändringar. Som ett led i utvecklingen har stora delar av det hantverksmässiga förädlingsarbetet på byggplatserna övertagits av stationär industri.

Produktionen av byggnader har genom bl a denna utveckling delats upp på en mängd olika intressenter och ett beroendeförhållande har uppkommit intressenterna emellan. Materialtransporterna utgör en viktig del i detta beroendeförhållande.

Från resurshushållningssynpunkt är det viktigt att transporterna bedrivs under så rationella former som möjligt. I föreliggande avhandling har resultat från två tidigare arbeten inom byggtransportområdet granskats med avseende på problem och metoder för mätning av transportsystems effektivitet samt metoder för utvärdering av resultaten. Detta angreppssätt har valts för att man skall kunna ge förslag till utvecklingsfrämjande åtgärder inom området.

Transportsystems effektivitet har definierats såsom kvoten mellan den prestation som uppnås och de uppföringar som här för görs vid givna yttre förutsättningar.

Stora praktiska svårigheter är förknippade med mätning av effektiviteten hos transportsystem samtidigt som mätningarnas generella värde är ytterst begränsade utan tillgång till medel som entydigt beskriver egenskaper hos påverkande faktorer. Ett förfarande där samverkan sker mellan forskare, byggare, transportörer och leverantörer föreslås för vidareutveckling av metoder för mätning och utvärdering av transportsystem. Härvid ges följande förslag till utvecklingsfrämjande åtgärder:

1. Byggare och leverantörer ges på initiativ av transportörer förbättrade kunskaper om kostnader för olika transportprestationer.
2. Priser för transportprestationer anpassas till faktiska kostnader.
3. Utifrån 1 och 2 utvecklas alternativa arbetsformer.
4. Nya transportsystem och hanteringsenheter samt administrativa rutiner utvecklas för effektiv användning av transportsystem.

SUMMARY

Technical development and increased demands made upon buildings by the user and the community have in many respects brought about rapid changes in building. As a link in the development, a large part of the work carried out by craftsmen on the building sites has been taken over by stationary industries.

The production of buildings has, amongst other things, been divided up between a number of interested parties and a dependence has arisen between the parties concerned. Material handling plays an important part in this relationship.

From a resource management point of view it is important that the transports are conducted in as rational a manner as possible. In the accompanying dissertation the results of two previous works within the field of building transport have been examined with a view to the problems and methods of measuring the efficiency of the transport systems and the methods of evaluating the results. This method of approach has been chosen in order to be able to make proposals regarding the promotion of development in this field.

The efficiency of the transport system has been defined as the ratio between the result attained and the sacrifices made under given external conditions.

Great practical difficulties are associated with measuring the efficiency of transport systems when at the same time the general value of the measuring is extremely limited without access to means which can accurately describe the characteristics of influencing factors. A method where there is co-operation between research workers, builders, haulage contractors and suppliers has been suggested for further development of the methods for measuring and evaluating transport systems. Proposals for the promotion of development are as follows:

1. On the initiative of the haulage contractors, the builders and suppliers should be given improved information regarding the cost of different transport results.
2. The price of transports should be adapted to real costs.
3. Apart from 1 and 2 alternative types of work should be developed.
4. Development of new transport systems and handling units as well as administrative routines for efficient use of the transport systems.

1 INLEDNING

1.1 SYFTE

Undersökningen syftar till att föreslå utvecklingslinjer för byggbranschens materialtransporter.

1.2 BAKGRUND

Den tekniska utvecklingen och de ökade kraven på byggnader från brukare och samhälle har medfört att byggnaderna i många avseenden genomgått snabba förändringar.

Som ett led i utvecklingen har stora delar av det tidigare hantverksmässiga förädlingsarbetet på byggarbetsplatserna övertagits av stationär industri.

Förädlingsarbetet på byggarbetsplatserna har härigenom minskats, varigenom byggandet i ökad omfattning präglas av mekaniserad montering av produkter från den stationära industrin.

Produktionen av byggnader har genom bl a denna utveckling delats upp på en mängd olika intressenter och ett beroendeförhållande har uppkommit intressenterna emellan. Materialtransporterna utgör en viktig del i detta beroendeförhållande.

Genom att intressenterna hittills främst inriktat sig på frågor inom det egna ansvarsområdet, har utnyttjandet av transportresurserna och utvecklingen inom transportområdet hämmats.

Byggbranschens materialtransporter har i Sverige under de senaste åren varit föremål för ett flertal studier med anslag från Statens Råd för Byggnadsforskning. I dessa arbeten har byggbranschens materialtransporter studerats från olika utgångspunkter och med avseende

på olika problemkomplex.

De forskningsarbeten som utgör grund för denna avhandling är följande:

1. Bengtsson, B P-A, 1973. Metod för planering av byggplatserns interna transporter. - Rapport 37:1973, Statens Råd för Byggnadsforskning. Stockholm.
2. Andersson, F, Bengtsson, B P-A, Fernvall, L och Jepson, M, 1977. Leveransteknikens inverkan på byggproduktionskostnaderna. - Rapport 3033, Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

I bilaga 1 har sammanställts en förteckning över andra arbeten inom området som författaren publicerat. Ett flertal examensarbeten har även handletts. Dessa har förtecknats i bilaga 2.

1.3 MÅL

För att man skall kunna lämna förslag till utvecklingslinjer för byggbranschens materialtransporter har arbetet inriktats på att behandla problem och metoder för mätning av effektiviteten hos transportsystem samt metoder för att utvärdera resultaten.

1.4 AVGRÄNSNINGAR

Byggbranschens materialtransporter utgör ett mycket stort problemkomplex. Området har som framgår av grundmaterialet samt förteckningarna i bilagorna 1 och 2 studerats utifrån många utgångspunkter med avseende på olika områdesdelar. En central fråga återkommer i de flesta av arbetena, nämligen hur man skall kunna mäta effektiviteten hos transportsystem.

Rubriken på föreliggande arbete kan uppfattas på två sätt, nämligen att arbetet skall leda till

1. att medel för främjande av en effektiv utveckling konstrueras
2. att konkreta förslag till utveckling utformas.

Detta arbete har avgränsats till tolkning 1. För att man skall kunna klargöra de medel som framtages görs emellertid exemplifieringar som kan leda till vissa konkreta förslag.

1.5 ARBETSMETODIK

Transporttekniken är i förhållande till andra vetenskaper relativt ung. Ämnet är problemorienterat och präglas av att man metodiskt söker utveckla, installera och använda effektiva transportmedel och transportsystem. Detta innebär att problemen studeras såväl utifrån ett företags eller en företagsgrupps utgångspunkt som från samhällelig synpunkt.

Tidigare forskningsarbeten utgör bl a exempel på nulägesanalyser av olika delproblem studerade från olika utgångspunkter men alltid från ett företags eller en företagsgrupps synpunkt. Det har därvid kunnat konstateras att stora svårigheter är förknippade med mätning av olika aktiviteter: mätobjektet skall definieras och de faktorer som påverkar objektet och orsakar variationer skall kunna isoleras och värderas.

Variationer på grund av flera inverkande faktorer kan kompenseras med att antalet studier kraftigt ökas för att man därigenom skall kunna betrakta variationerna som slumpmässiga. Resursåtgången för sådan ökning är emellertid stor. Genom de snabba förändringar som bygandet genomgått och genomgår, föreligger stor risk att resultat som erhålles genom vetenskapligt studerade och utvärderade metoder helt eller delvis saknar praktisk användning genom att t ex nya typer av material har ersatt de studerade materialen.

Trots nämnda svårigheter har som utgångspunkt valts att försöka finna metoder där även begränsade effektivitetsmätningar kan utgöra ett för praktisk användning tillräckligt bra underlag.

1.6 AVHANDLINGENS DISPOSITION

Avhandlingen har disponerats på följande sätt:

Kapitel 1: Inledning. Avhandlingens förutsättningar.

Kapitel 2: Materialtransportbehov. Historisk beskrivning av byggtransportområdets utveckling och de viktigaste förutsättningarna för nuläget. Transportkostnad i princip.

Kapitel 3: Materialprecisering. Beskrivning av viktiga förutsättningar för ett byggobjekts materialbehov och transporter.

Kapitel 4: Transportsystems effektivitet. Precisering av begrepp. Principer för bestämning av transportsystems effektivitet.

Kapitel 5: Mätning av transportsystems effektivitet. Granskning av problem och metoder för mätning av transportsystems effektivitet för några studerade fall. Metoder för bestämning av transportsystems effektivitet.

Kapitel 6: Utvecklingslinjer. Förslag till utvecklingsfrämjande åtgärder och fortsatt forskning.

1.7 BEGREPP OCH DEFINITIONER

Följande begrepp och definitioner har använts:

Förflyttning: Interlokal lägesförändring av material, verktyg, färdiga produkter och personal, manuellt eller med hjälpmedel.

Hantering:	Lokal lägesförändring, manuellt eller med hjälpmedel, av material, verktyg och färdiga produkter.
Transport:	Förflyttning av material, verktyg, färdiga produkter eller personal, manuellt eller med hjälpmedel, jämte hantering i samband därmed.
Transportmetod:	En bestämd kombination av ett antal hanteringar och förflyttningar samt andra nödvändiga operationer för transportens genomförande.
Transportmedel:	Medel för transports utförande, manuellt eller med hjälpmedel.
Transportsystem:	En bestämd kombination av transportmedel som samverkar.
Fyllnadsgrad:	Den andel som aktuell last upptar av ett transportmedels lastförmåga.
Terminaltid:	Ett transportmedels sammanlagda uppehållstid i samband med lastning och lossning.

2 MATERIALTRANSPORTBEHOV

2.1 BYGGPROCESSEN

Byggprocessens huvudaktiviteter indelas enligt Datagruppen (1973) i projekteringsprocessen (utredning, programarbete, projektering), byggandeprocessen och förvaltningsprocessen. Den ram inom vilken byggaren har att agera bestäms av villkor och aktiviteter i byggprocessen och dess omgivning. Byggprocessen för ett byggnadsprojekt påverkas förutom av brukarnas krav även av kringvärlden. Denna kan indelas i samhällsprocess, resursinsatsprocesser samt plats och klimat.

Byggprocessen påverkas av samhällsprocessen genom olika politiska beslut, planinstitut, normer, miljöåtgärder mm. Resursinsatserna i form av mark, kapital, byggvaror och arbetskraft påverkar byggprocessen liksom även plats- och klimatfaktorer.

Förutsättningarna för och sättet att uppföra byggnader har genomgått snabba förändringar. Byggnaders utformning och val av materialslag präglades förr av lokala förutsättningar i form av klimat, topografi, tillgång till material och arbetskraft mm. De komponenter som användes för uppförande av byggnader hämtades på relativt korta avstånd från byggnadsplatsen.

Råvarorna forslades i hög grad direkt till byggplatsen utan att passera mellanled för förädling. Byggandet bestod därför till en mycket stor del av hantverksmässigt förädlingsarbete på byggarbetsplatsen.

Det moderna byggandet är radikalt annorlunda. I industriell skala sker förädling av råvaror till byggnadskomponenter. En mycket långt gången specialisering vad gäller produkttillverkning råder. Valmöjligheterna vad beträffar materialslag och prefabriceringsgrad hos olika komponenter har blivit mycket stor.

En byggmaterialtillverkares geografiska avsättningsområde har genom industriell tillverkning och specialisering kraftigt ökats.

Det senaste ledet i utvecklingen består i att industriellt sammansätta olika materialslag till färdiga eller nästan färdiga byggnadsdelar. Detta innebär att stora delar av byggproduktionen överförs till ett stationärt tillverkningsled. Arbetet på byggplatsen minskas t ex för småhus till att främst bestå i en del förberedande markarbeten såsom anslutningar till vatten, avlopp och el, samt grundläggning för den industriellt tillverkade byggnaden.

2.2 PRODUKTIONSRESURSER

Byggprocessen för ett byggprojekt påverkas av anslutande processer. Stora förändringar har skett genom ökade krav hos brukare, ökat engagemang från samhället och genom utvecklingen av ett rikt sortiment byggresurser.

Resursinsatsprocessen innehåller följande huvudgrupper av resurser:

1. mark
2. kapital
3. byggvaror
4. maskiner
5. arbetskraft

Efter en kraftig ökning av byggandet under sextiotalet med ett maximum 1969 för antalet färdigställda lägenheter har en minskning följt i bostadsbyggandet.

Resursen mark (1) betraktades under denna period som relativt lättillgänglig. Tillgången på mark för byggnadsändamål förväntas få ökad konkurrens från andra markintressentkategorier. De bästa åkerjordarna kring stadsregioner utgör exempel på mark som ofta blivit exploaterad för byggnadsändamål. Större restriktivitet kan

förväntas beträffande exploatering av dylik mark.

Markkonkurrensen kan leda till att byggandet i högre grad hänvisas till mark vilken från byggnadsteknisk och byggnadsekonomisk synpunkt är mindre lämplig. Ökad användning av redan exploaterad mark genom ombyggnad och kompletteringsbyggande torde bli en av effekterna.

Resursen kapital (2) har liksom resursen mark blivit föremål för en allt hårdare konkurrens mellan byggande-intressen och andra samhällsintressen. Kapitalknapphet leder till krav på ökad byggnadstakt och ökad omsättningshastighet för bl a byggnadsvaror.

Den tekniska utvecklingen och möjligheterna till ökade geografiska avsättningsområden för produkter har lett till ett riktigt och brett utbud av resurserna byggvaror (3) och maskiner (4).

Förädling av byggprodukter inom speciella, industriellt arbetande tillverkningsled har lett till förändrade krav på arbetskraften inom byggföretagen. De mest markanta förändringarna består i ökat antal tjänstemän och en upplösning av traditionella skrågränser inom byggarbetarkåren.

För att produktionen av ett byggnadsobjekt skall fungera så smidigt som möjligt och leda till låga kostnader och hög kvalitet hos byggnadsverket fordras en samordning och styrning av resurskategorierna ovan.

Materialiet är den resurs som hanteras, förflyttas och bearbetas av de övriga resurserna för att huvudsakligen ingå som komponent i den blivande byggnaden. Som styrhjälpmedel upprättas planer över resursernas användande.

2.3 TRANSPORTBEHOV

De resurser i form av material som i ökad takt skapas inom fristående tillverkningsled för att användas inom byggandet måste överföras till byggnadsplatsen. Behovet

av transporter utgör härvid en allt viktigare komponent för byggnadsverksamheten. Sellfors, S (1977) redovisar uppgifter om tillverkningen 1974, tabell 1, för olika byggmaterial samt medeltransportavstånd och utfört transportarbete i tonkm för respektive materialslag. Medeltransportavstånden varierar kraftigt.

Högt förädlade material och material som kräver en kapitalintensiv framställningsprocess har genom specialisering och koncentration av tillverkningsprocessen relativt längre avstånd till marknaden än material av råvarukaraktär.

Genom ökat försäljningsarbete och ökade avsättningsområden kan förutsättningar skapas för en ökad tillverkning. Ökad tillverkning skapar i sin tur förutsättningar för ökad mekanisering och rationalisering av tillverkningen. Efter som transportbehovet och distributionskostnaderna ökar vid ökat avsättningsområde kan en ökning av ett materials avsättningsområde endast ske inom vissa gränser.

Som ett led i försöken att vidga avsättningsområdet för ett material knyts kontakter med återförsäljare, vilka mot ersättning bidrager till försäljningen. Tillämpning av fraktfria leveranser ger ytterligare avsättningsmöjligheter på en marknad med få tillverkare av likvärdiga produkter.

Även beträffande förflyttningar och hantering inom de olika leden tillverkning, återförsäljning och byggplats har förändringar skett i transportbehovet. Dessa förändringar är främst betingade av önskemål om mindre inslag av manuella transporter. Det har skett en ständig förändring och omfördelning från manuell till maskinell hantering och förflyttning.

2.4 TRANSPORTRESURSER

Transportresurserna indelas i maskinella och manuella. För de externa transporterna har landsvägstransportfordon fått en dominerande användning för byggbranschens transporter.

Tabell 1. Översikt över byggmaterialtransportområdet 1974

Källa: Sellfors, S (1977)

	Kvantitet (10 ³ ton)	Medeltrans- portlängd (km)	Transport- arbete (10 ⁶ tonkm)	Material- värde (10 ⁶ kr)
A Stora element				
1 Varor av betong	1 329	35	47	439
2 Monteringsfärdiga trähus	449	285	128	1 764
3 Lättbetong	287	170	49	103
4 Konstruktionsstål	240	150	36	360
Summa	2 305	113	260	2 666
B Övrigt material för grund och stomme				
1 Sand och grus	21 000	18	374	180
2 Betong	10 162	6	61	478
3 Makadam	8 015	15	120	76
4 Cement	3 318	250	830	385
5 Virke	1 436	213	306	1 043
6 Lättbetong	362	230	83	89
7 Tegel	823	133	109	117
8 Murbruk	98	100	10	65
9 Armeringsstål	303	256	78	432
10 Kalksandsten	371	150	56	47
11 Andra slags cement	23	250	6	7
12 Släckkalk	53	100	5	9
13 Varor av betong	1 754	70	123	293
Summa	47 718	45	2 161	3 231
C Material för stomkomp- lettering				
1 Beklädnadsvaror	1 251	293	367	853
2 Byggdelar av plåt	120	184	22	276
3 Värmeisoleringsmat.	229	300	69	404
4 Papp	107	200	21	113
5 Byggnadssmide	110	10	11	246
6 Golvmaterial	90	170	15	394
7 Dörrar och dörrkarmar	82	412	34	409
8 Planglas	83	333	28	215
9 Målningsmaterial	152	333	51	755
10 Fönster, fönsterbänkar, fönsterkarmar	56	380	21	376
11 Div plastmaterial	14	357	5	200
Summa	2 294	281	644	4 241
D Installationsmaterial				
1 VVS	264	300	79	1 252
2 El	50	260	13	1 000
Summa	314	293	92	2 252
E Material för inredning och utrustning				
1 Inredningssnickerier	167	340	57	758
2 Köks- och tvättutrustn	62	346	22	792
3 Div plaster	7	200	1	60
Summa	236	339	80	1 610
Total summa	52 867	61	3 237	14 000

Den tekniska utvecklingen har lett fram till ett rikligt utbud av maskinella resurser för transportändamål. Kranar vid husbyggnadsarbeten och större schaktplanerings- och transportenheter på anläggningssidan har medverkat till mekanisering av byggnadsindustrin. Utöver de speciellt för byggbranschen utvecklade maskinerna används inom branschen annan maskinell utrustning för transportändamål.

Utvecklingen inom transportmedelsområdet har gått mycket snabbt. Transportmedlens rationella utnyttjande är emellertid otillfredsställande. Orsakerna härtill är flera. Väsentliga orsaker utgörs av ägandeförhållanden och ägandestruktur samt den överetablering som är för handen.

Byggare, tillverkare och återförsäljare äger förhållandevis liten del av de transportmedel som används för respektive parts transporter. Transportmedlen ägs till mycket stor del av transportföretag. Av ägarstrukturen framgår att företagen som regel är små med ingen eller endast några få anställda.

Dessa förhållanden har lett till ett överutbud av transportmedel vilket haft som följd försämrad lönsamhet för eget ägande för byggare, tillverkare och återförsäljare.

Varje part strävar naturligt nog mot att i första hand se till det egna ansvarsområdet och härigenom sin del av materialflödeskedjan, vilket försvårar och hindrar utveckling av helhetslösningar.

2.5 TRANSPORTKOSTNAD

2.5.1 Precisering av begrepp

Enligt definitionerna på hantering, förflyttning och transport avser hantering lokal lägesförändring, medan förflyttning avser lägesförändring mellan olika lokaler eller platser.

Detta betyder enligt Bjerninger, S (1970) att t ex hantering av ett material i anslutning till olika bearbetningsoperationer i en maskin inte är en transport, medan däremot hantering av materialet i anslutning till förflyttning från en arbetsplats till en annan är en del av en transport. Tveksamhet kan råda huruvida ett materials automatiska överförande från en bearbetningsmaskin till en annan i ett system av automatiskt arbetande produktionsmaskiner skall anses som lokal eller interlokal. Eftersom dylika lägesförändringar är intimt förknippade med de speciella tillverkningsmetoderna och produktionsmaskinerna, torde det i regel av praktiska skäl vara lämpligt att betrakta dem som lokala.

Det är lämpligt att göra indelningen externa och interna transporter, där man med externa transporter avser alla transporter till och från byggplatsen samt hantering vid lastning och lossning i samband härmed. Med interna transport bör då förstås transporter inom byggplatsen, förorsakade av omflyttning, hantering och lagring, samt transporter i samband med montering, dvs materialens "sista" transport till dess plats i den blivande byggnaden. Eftersom denna "sista" transport kan utföras på ett flertal olika sätt och i hög grad beror av den produktionsmetod som utnyttjas vid varje speciellt byggobjekt, kan det vara fördelaktigt att vid studier i transportrationaliserande syfte göra en indelning av de interna transporterna i lagertransporter och monteringstransporter. Med lagertransporter avses då interna transporter förorsakade av omflyttning, hantering och lagring av material, medan med monteringstransporter avses transport av material utan mellanlagring till respektive materials plats i byggnaden. I de speciella fall då byggnadsdelar lossas från transportfordon för direkt inmontering i byggnaden, skulle de interna transporterna inskränka sig till att omfatta enbart monteringstransporter.

Vid studier i transportrationaliserande syfte är det lämpligt att i förenklande syfte först undersöka kostnaderna för externa transporter, lagertransporter och monteringstransporter var för sig. Genom att jämföra dessa kostnader bör man få en anvisning om var man i första hand kan vänta sig att en rationaliseringsåtgärd kan medföra kostnadsbesparingar. Viktigast är emellertid att ställa den totala transportkostnaden för olika transportsystem i relation till byggkostnaden.

2.5.2 Exempel på transportkostnad för olika distributionssystem

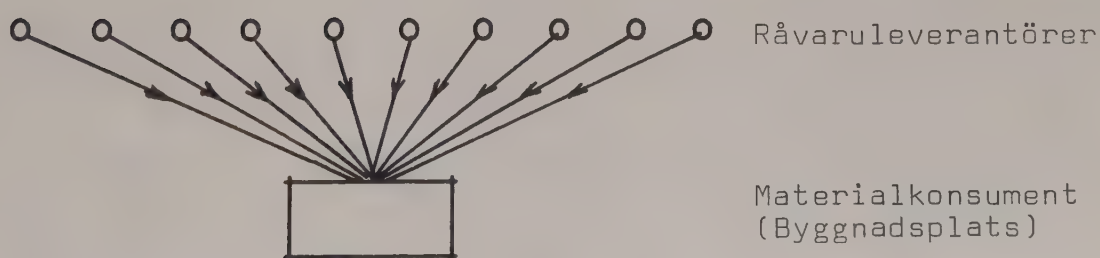
Att tillämpa begreppet total transportkostnad inom byggbranschen kan medföra vissa svårigheter när det gäller att få grepp om transportkostnadens storlek för ett visst byggprojekt. I princip innebär begreppet att samtliga kostnader för transporter genom hela kedjan av materialförädlingsprocessen från råvarumaterialet till den färdiga produkten - byggnaden - bör inräknas i transportkostnaden.

För att undvika suboptimering av transportkostnaden måste man även beakta transportsystemets inverkan på totala byggkostnaden. Således bör man för varje studie av transportkostnaden eftersträva att ställa kostnaderna för transporter i relation till de totala byggkostnaderna för att därmed möjliggöra rättvisande bedömning av olika transportsystems effektivitet.

Vid beräkning och värdering av husbyggnadskostnader är det vanligt att kostnaderna för byggmaterial anges fritt arbetsplatsen. I det materialpris som insättes i kostnads-kalkylen ingår således pris fritt station, hamn eller fabrik samt omlastning och transport till arbetsplatsen. Transporterna ombesörjes regelmässigt av materialleverantörerna och inkluderas i materialpriset (forskningsarbete 2, tabell 2.2.1).

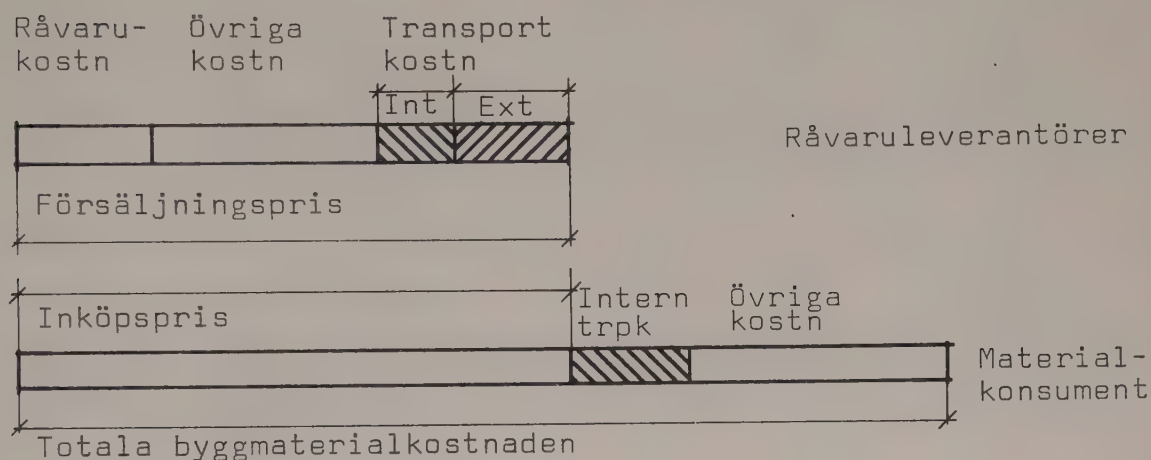
Inom byggnadsindustrin förekommer en stor mängd leverantörer som antingen direkt eller indirekt genom ett eller flera materialförädlingsföretag levererar material till byggnadsplatser. I och med att byggmaterialen blivit allt mer förädlade produkter med ett stort inslag av färdiga byggnadsdelar medför en uppdelning av materialkostnaden på inköpskostnad och transport- och lagringskostnad att en allt större del av reella transportkostnaden ingår i inköpskostnaden. När man således vill studera transportkostnaden för ett byggprojekt är det av vikt att känna till distributionssystemet, så att även transportkostnader från tidigare led i distributionsnätet kommer med i totala transportkostnaden.

Svårigheten att bestämma ett byggprojekts transportkostnad torde till stor del vara beroende av det aktuella distributionssystemet råvaruleverantör - materialkonsument. Figur 1 visar ett system där materialförädlingen är förlagd till byggnadsplatsen. Systemet skulle kunna kallas ett direkt distributionssystem, eftersom råvaruamaterialet distribueras direkt till materialkonsumenten.



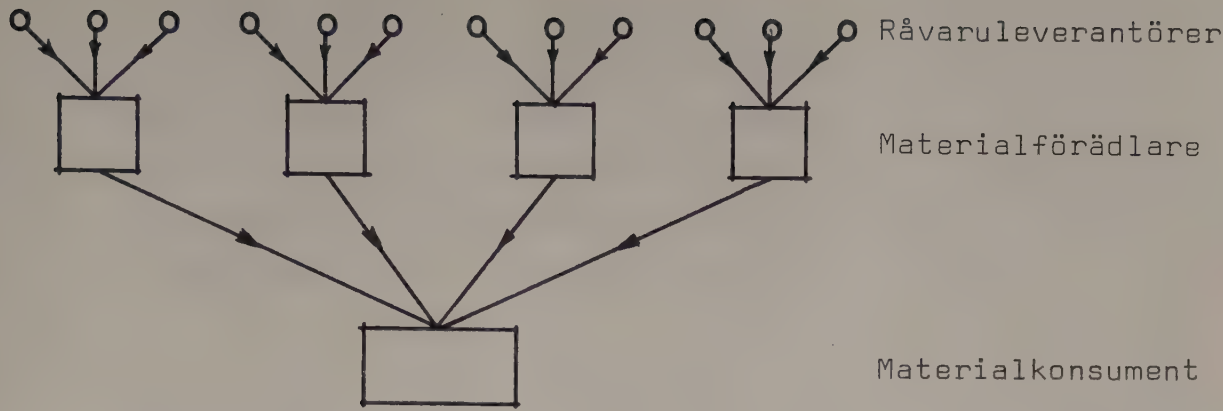
Figur 1. Materialförädlingen förlagd till byggnadsplatsen

Det beskrivna systemet kan sägas ha vissa likheter med gångna tiders materialdistributionssystem. Systemets enkelhet medför att transportkostnaderna är relativt lätta att beräkna. Transportkostnaden utgörs av kostnaderna för interna transporter hos råvaruleverantörerna, transport av materialen till materialkonsumenten samt interna transporter på byggnadsplatsen enligt figur 2.

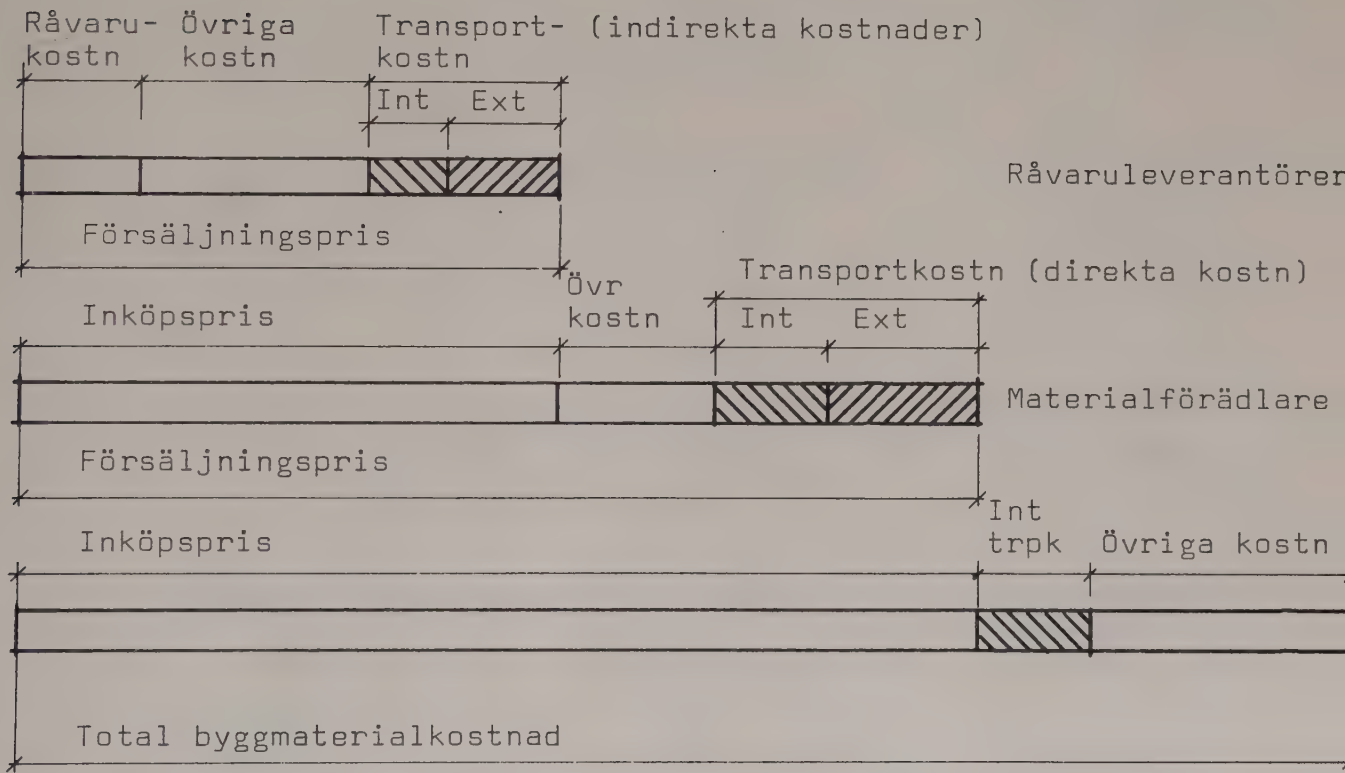


Figur 2. Transportkostnadens andel av byggmaterialens totalkostnad för ett direkt distributionssystem

Figur 3 illustrerar ett distributionssystem, där viss förädling av råvarumaterialet sker innan materialet slutligen hamnar hos konsumenten. Detta system kan kallas ett indirekt distributionssystem. Här har man emellertid ett direkt distributionssystem till materialförädlaren, vars kostnader kan indelas i materialkostnader, transportkostnader och övriga kostnader. Dessa kostnader sammanställs sedan till ett försäljningspris som utgör materialkonsumentens materialkostnad (figur 4). Transportkostnad för ett byggprojekt skulle med detta distributionssystem utgöra summan av indirekta, direkta och interna transportkostnader enligt figur 4.

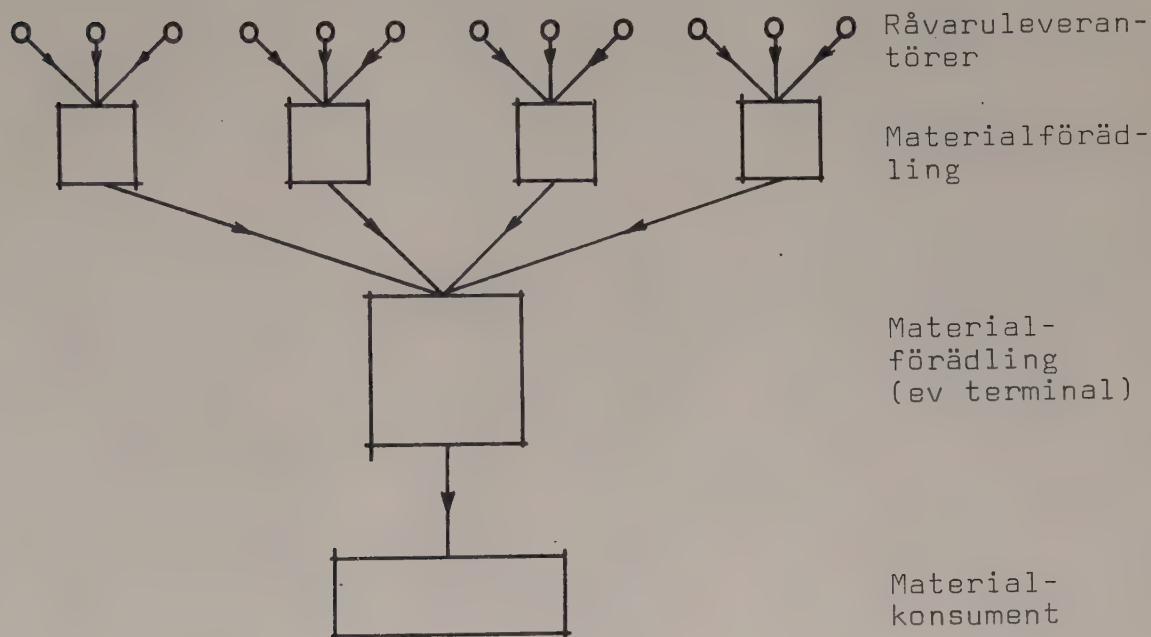


Figur 3. Indirekt distributionssystem: viss materialförädling sker utanför byggnadsplatsen



Figur 4. Transportkostnadens andel av byggmaterialens totalkostnad för ett indirekt distributions-system

Ett ytterligare steg i riktning mot ett distributions-system med höggradigt förädlade material skulle vara färdiga byggnader i sista förädlingsledet. På så sätt skulle i princip endast transporten till byggnadsplatsen återstå för att byggnaden skulle vara "färdig". Exempel på ett sådant distributionssystem visar figur 5.



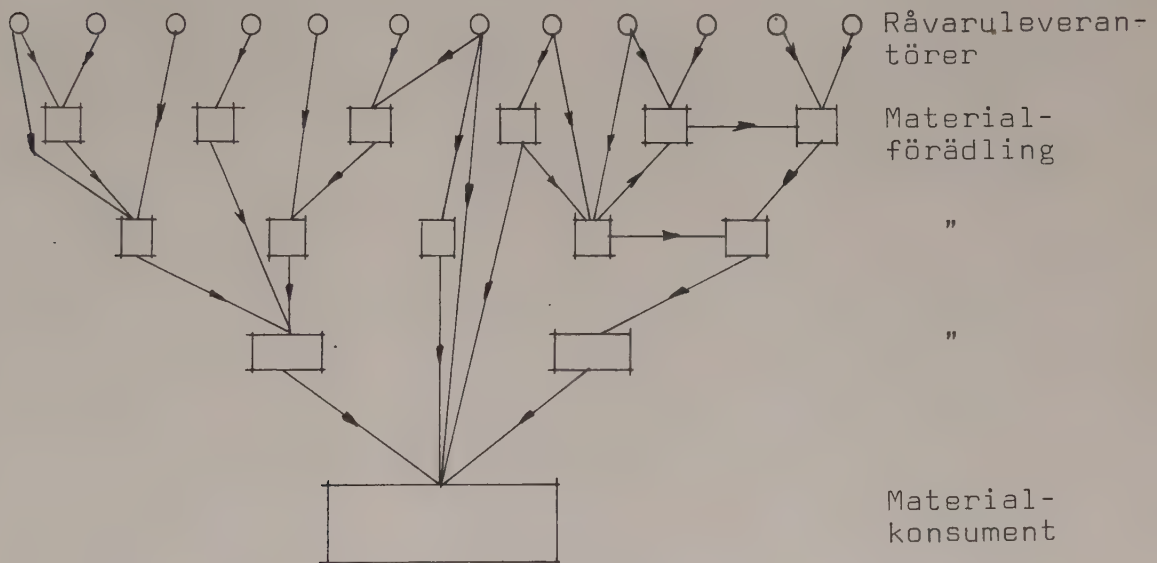
Figur 5. Distribution av material till ett byggnadsobjekt där sista ledet i förädlingskedjan producerar färdiga byggnader

I detta system har man att summera transportkostnaderna i tre led för att erhålla totala transportkostnaden för byggnadsobjektet.

2.5.3 Transportkostnad inom byggnadsindustrin

Ovan har betonats vikten av att samtliga grenar i distributionssystemet studeras för att man skall få fram den totala transportkostnaden för exempelvis ett byggnadsobjekt.

I praktiken är det emellertid inte alltid så lätt att bestämma hur det aktuella distributionssystemet ser ut. Detta varierar från objekt till objekt beroende på en mängd faktorer. I figur 6 visas ett distributionssystem som skulle kunna vara hämtat från ett reellt byggnadsobjekt. Ur materialkonsumentens synvinkel förekommer här fem direkta transporter till byggnadsplatsen. Dels direkt från råvaruleverantören, dels från producenter av mer eller mindre färdiga byggnadsdelar. Av figur 6 framgår emellertid att dessa fem direkta transporter endast utgör en mindre del av de totala transporterna.



Figur 6. Distributionssystem för ett praktiskt fall, princip

För att rå reda på totala transportkostnadens storlek för ett byggobjekt torde det vara nödvändigt att genom hela distributionssystemet ta fram externa och interna transportkostnader. Med ett känt distributionssystem och kända deltransportkostnader vore det möjligt att för ett speciellt byggobjekt genom summering av delkostnaderna få fram den totala kostnaden.

Diskussionen ovan antyder att det sett från ett byggnadsobjekts synpunkt är svårt att definiera och mäta effektiviteten hos transportsystem och transportmetoder.

3 MATERIALPRECISERING

3.1 MATERIALBEHOV

Mängden olika materialslag för ett byggnadsobjekt uppgår till i runda tal ett tusental, inberäknat olika varianter av samma materialslag. Antalet varierar mellan olika objekt med avseende på komplexitet och levererade produkters förädlingsgrad samt den färdigställandegrad som objektet skall ha.

En anbudskalkyl för ett extremt enkelt husbyggnadsobjekt upptar 70-80 poster. Till varje post hör i storleksordningen 3-5 artiklar, dvs 300-400 artiklar som ett minimum. Med risk för underskattning av artikelantalet främst med avseende på småprylar bör en rimlig skattning för denna objekttyp ligga på ca 500 artiklar.

För ett standardiserat enkelt objekt, t ex ett småhusområde, uppgår antalet artiklar till närmare 1 000. Fördelning av artiklar på olika delmoment har sammanställts i forskningsarbete 2, tabell 4.3.1.

Tabellen utgör en sammanställning av artiklar för ett i forskningsarbete 2 ingående småhusobjekt. Detta kan med avseende på baskomponenter och materialsammansättning hänföras till en grupp standardiserade enkla objekt. Stommen för detta objekt bestod av ytterväggsblock av planelementtyp. Ett motsvarande s k "lösvirkesobjekt" torde innebära ytterligare ca hundra artiklar.

För komplicerade objekt kan artikelantalet uppgå till mer än 5 000. Många husbyggnadsobjekt på utlandsmarknaden innehåller artikelantal i denna storleksordning. Objektens färdigställandegrad m a p ibruktagande är härvid relativt hög. Vid framför allt svenskt utlandsbyggnad inom Östeuropa är färdigställandegraden så långt driven att objektet direkt kan tagas i bruk av användaren.

De i forskningsarbete 2, kapitel 4.2, redovisade metod- och tidsstudierna avser med indelningen ovan ett 60-tal artiklar utifrån motsvarande indelningsgrund. Artiklarna fördelar sig på skeden ungefär enligt följande:

Stömme och utvändig komplettering	20
Invändig komplettering	10
Inredning	30

Dessa 60 artiklar svarar för en relativt stor del av projektets materialkostnad. För bl a dessa artiklar görs i olika skeden av byggprocessen objektdele relaterade specifikationer för bl a anbudsräkning och inköp med för varje artikel relativt noggrant angivna mängduppgifter.

För en mycket stor del av artiklarna, svarande för en procentuellt avsevärt mindre del av projektets materialkostnad, görs inga eller i förhållande till tidigare grupper, väsentligt grövre specifikationer. Oftast används endast erfarenhetsmässiga tumregler för att kalkulera dessas kostnader i en klump.

För t ex järnhandelsvaror kan man utifrån beräknad total kollektivtid erhålla ett mått på totalkostnad för järnhandelsvaror.

Järnhandelsvarorna kan för ett standardiserat enkelt objekt svara för 5-10 % av objektets materialkostnad medan de artikelantalmässigt utgör 20-25 % av totala artikelantalet för objektet. Anledningen till att man ej preciserar samtliga i objektet ingående materialslag beror främst av följande förhållanden:

1. Bygghandlingarna är ej tillräckligt detaljerade för preciseringen.
2. Bygghandlingarna förändras under projektets gång.
3. Preciseringen är tids- och därmed även kostnadskrävande.

Dessa förhållanden medför att många material är till typ och mängd svåra att förutbestämma. För att produktionen ej skall störas genom materialbrist måste dock behovet vara tillfredsställt en viss minsta tid före användningstillfället.

Från användningssynpunkt är det minst lika viktigt att t ex gipsspik finns på arbetsplatsen som att t ex gipsskivor finns. Trots att den förra materialgruppen utgör en mindre kostnadsmässig del så kan bristsituationer föranleda dryga kostnadsfördyringar i form av störningar. Att kvantifiera störningarnas utfall i ekonomiska termer är dock mycket svårt.

Metoder för byggplatsers materialförsörjning behandlas ingående i forskningsarbete 2.

3.2 MATERIALKLASSIFICERING

De mängdpreciseringar som görs i olika skeden av projekteringen och byggandet utgör yttre förutsättningar för bestämning av utformningen av transporterna till byggarbetsplatsen. För valet av transportmedel och transportsystem och utformning i övrigt av transporterna utgör de enskilda materialens egenskaper viktiga förutsättningar.

De från transportsynpunkt viktigaste egenskaperna definieras av det enskilda materialets vikt, volym, form, gripbarhet, skadebenägenhet och värde. Byggmaterialen utgör med avseende på dessa parametrar en mycket heterogen grupp.

I forskningsarbete 1 behandlas materialklassificeringen, varvid även parametrarna ovan definieras. Med hänvisning till forskningsarbete 1 noteras här endast att de enskilda materialen kan ges förändrade egenskaper med avseende på parametrarna ovan genom att de sammanförs till större enheter och/eller förses med förpackning.

3.3 HANTERINGSENHETER

Valet av transportsystem skulle väsentligen förenklas om samtliga materialslag kunde sammanföras till enheter med samma hanteringsegenskaper. Exempel på en utveckling i denna riktning utgör den ökade användningen av container och enhetslaster. Eftersom olika byggmaterial har väsentligt olika egenskaper är det från transportsynpunkt i viss mån lämpligt att anonymisera varje enskilt materials egenskaper för att därigenom förenkla valet av transportsystem. Anonymiseringen kan ske genom att de enskilda materialen sammanförs till enheter med andra transportegenskaper än det enskilda materialet.

Man kan emellertid inte ensidigt utforma en hanteringsenhet utifrån kraven på ett enkelt val av transportsystem. Materialleverantörer och materialanvändare utgör exempel på andra intressenter än transportföretag vilkas krav måste beaktas vid utformning av hanteringsenheter. Hanteringsenhetens utformning påverkar de uppförringar som görs i olika delar av en transportkedja. Uppförringarna är olika för olika berörda parter. Därtill är det ofta svårt att kvantifiera uppförringarna eftersom kunskapen om dem till stor del saknas.

Utifrån en materialtillverkares synpunkt kan primära krav på hanteringsenhetens utformning leda till enheter vilka ej överensstämmer med materialanvändares krav. Den materialbehovsprecisering som sker i samband med byggandet uttrycker behovet totalt för byggobjektet men även behovet fördelat på olika konsumtionsställen.

I många fall motsvarar behovet per konsumtionsställe ej jämna multiplar av materialleverantörens hanteringsenheter. Följden härav är att byggaren nödgas utföra ett ofta resurskrävande sorteringsarbete i samband med de interna transporterna på byggplatsen.

En hanteringsenhet bör så väl som möjligt uppfylla följande krav utan inbördes rangordning:

- Medge rationell användning av maskinell hanteringsutrustning och vara lätt delbar för att medge manuell hantering.
- Medge korta terminaltider och god fyllnadsgrad hos externa transportmedel.
- Ställa minsta möjliga krav på lagringsutrymme och lagerutrustning.
- Ge relevant information till olika parter.
- Ha ett innehåll som är anpassat till konsumtionsställets behov.
- Ge låga kostnader för enhetens utformning.
- Kunna motstå faktorer som kan verka negativt på materialet från kvalitativ och kvantitativ synpunkt.
- Vara lätt delbar i samband med materialets användande.
- Ge låga kostnader för kvittblivning av förpackningsmaterial.
- Ej innebära risk, direkt eller indirekt, för olycksfall och skador på personer och material.

I speciella fall kan ovanstående krav indelas i primära och sekundära krav.

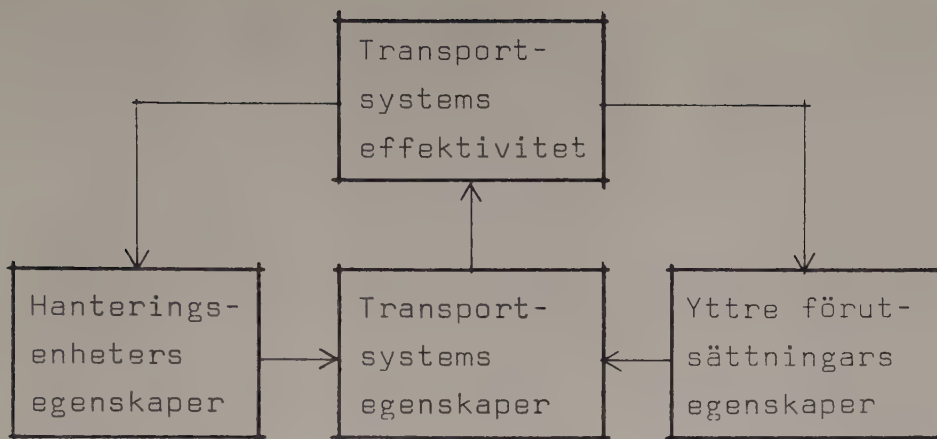
4 TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET

4.1 PRECISERING AV BEGREPP

Utifrån definitionerna på transportmetod och transportsystem måste för den fortsatta behandlingen även innebörden hos de båda begreppen transportmetods effektivitet och transportsystems effektivitet preciseras. Med transportmetods effektivitet bör förstås uppnådd prestation med transportmetoden i fråga och härför använda transportmedel i relation till gjorda uppoffringar under givna yttre förutsättningar.

Analogt bör med ett transportsystems effektivitet förstås uppnådd prestation med transportsystemet i fråga i relation till gjorda uppoffringar enligt viss transportmetod under givna yttre förutsättningar. Detta innebär att man inte kan tala om ett transportsystems effektivitet utan att samtidigt ange transportmetod och vice versa. För enkelhetens skull är det lämpligt att ytterligare precisera begreppet transportsystem så att det i den fortsatta behandlingen avser en bestämd kombination av transportmedel som samverkar i en bestämd kombination av hanteringar och förflyttningar samt härtill nödvändiga andra operationer för transportens genomförande.

Utifrån denna precisering kan vi i det följande avgränsa arbetet till att behandla ett transportsystems effektivitet. Faktorer som påverkar transportsystems effektivitet illustreras i figur 7. Bestämning av transportsystems effektivitet utgör grund för bedömning av lämpliga rationaliseringsåtgärder.



Figur 7. Faktorer som påverkar transportsystems effektivitet

Med yttre förutsättningar ovan förstås sådana förutsättningar i transportsystemets omgivande miljö vilka kan påverka uppoffringarnas storlek för att med transportsystemet utföra viss prestation. Exempel på yttre förutsättningar är klimat- och ljusförhållanden, transportvägars egenskaper, anslutande operationer och administration.

Vid konstanta yttre förutsättningar bestäms ett transportsystems effektivitet av samspillet mellan hanteringsenheters egenskaper och egenskaperna hos komponenterna som ingår i transportsystemet. Ett transportsystems maximala effektivitet vid givna yttre förutsättningar uppnås när samspillet mellan hanteringsenheter och ingående komponenter maximalt bidrager här till.

Transportsystems effektivitetskänslighet m a p varierende yttre förutsättningar bestäms av den påverkan variablerna som beskriver de yttre förutsättningarnas egenskaper har på de variabler som beskriver egenskaperna hos transportsystemet.

I de yttre förutsättningarna ingår bl a eventuella krav på tidsmässig koppling av transportsystemet till byggprocessen. Om man förutsätter att i byggprocessen ingående aktiviteter är planmässigt ordnade, är det således betydelsefullt att byggprocessens materialbehov,

som härigenom är tidsmässigt bestämt, kan tillfredsställas. Det tidsmässiga kravet innebär att materialet skall vara tillgängligt vid behovstillfället. En brist i detta avseende får konsekvenser för de övriga resursernas ändamålsenliga användande och härigenom även inverkan på byggproduktionskostnaderna.

Det tidsmässiga kravet innebär ej att prestationen ökar om kravet uppnås. Däremot kan kravet leda till ökade uppoffringar och härigenom minskad effektivitet för transportsystemet. Med detta resonemang kan mer kostnader för olika krav härledas.

Enligt definitionen ovan på ett transportsystems effektivitet kan man genom att utforma hanteringsenheten så, att den maximalt anpassas till ett givet transportsystem, erhålla hög effektivitet vid givna yttre förutsättningar. Transportenheter utformade på detta sätt kan emellertid medföra ökad resursåtgång för byggprocessen totalt. Vid hänsynstagande till ett krav från byggprocessen om hanteringsenhetens utformning bör även hänsyn tagas till krav från anslutande resursinsatsprocesser.

I kapitel 2.5 diskuteras mätning av transportsystems effektivitet utifrån hela det materialflöde som direkt eller indirekt riktas mot ett byggobjekt.

Av begreppspreciseringen ovan samt kapitel 2.5 dras följande slutsatser.

- Mätning av effektiviteten hos ett transportsystem avseende alla till ett byggnadsobjekt transporterade material leder till stora svårigheter.
- Mätning av effektiviteten hos delar av transportsystem kan ge andra resultat än om mätningen avsett hela transportsystemet.

Det är med ovanstående utgångspunkter intressant att studera dels transportsystems aktuella och maximala effektivitet, dels effektivitetsskillnader för olika

transportsystem för olika hanteringsenheter och vid några olika yttre förutsättningar.

4.2 PRINCIPER FÖR BESTÄMNING AV TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET

Ett generellt syfte med effektivitetsbestämningar är att erhålla underlag för rationaliseringsåtgärder som leder till förhöjd effektivitet. Rationaliseringsinsatsen kan inriktas på olika slags uppoffringar (maskinella, manuella, administrativa etc) samt på skilda nivåer (makronivå, mikronivå).

En grundförutsättning för att man skall få ett relevant effektivitetsmått är att ingående variabler var och en kan uttryckas i mätbara storheter. Därtill kommer problemet att transformera olika mätstorheter till ett totalresultat.

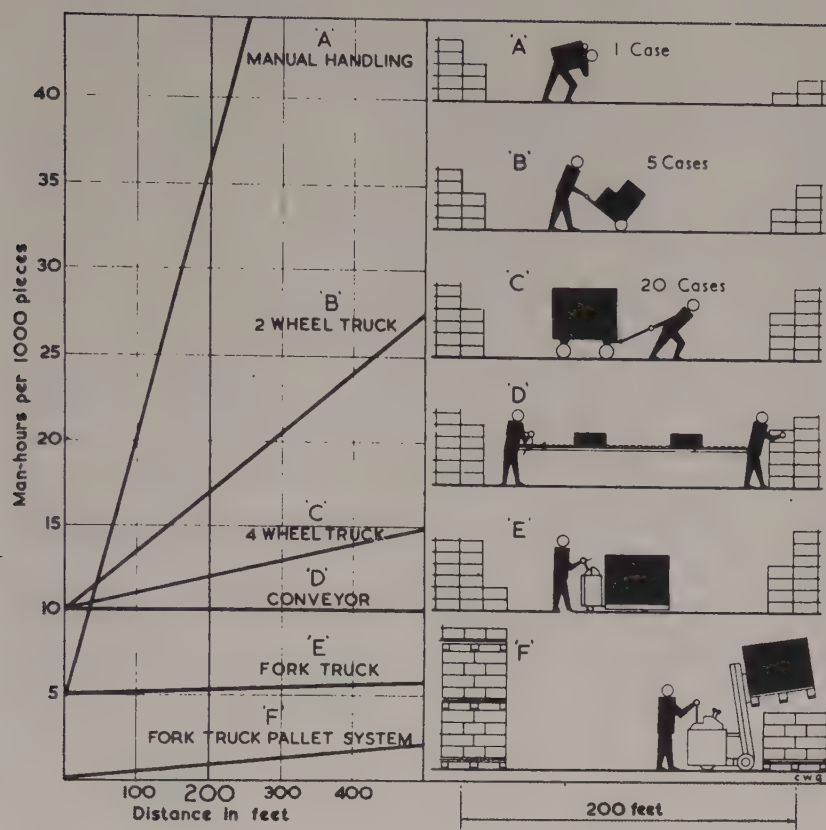
För att kunna värdera en rationaliseringsinsats och välja mellan alternativa rationaliseringsförslag fordras lämpliga mätmetoder och utvärderingsmetoder.

I det följande diskuteras möjligheter till effektivitetsbestämning för ett av Apple, J (1963) redovisat exempel, figur 8. Exemplet avser transport av n identiska kollin en sträcka s med hjälp av olika transportsystem.

Med transportsystems effektivitet (E) förstås enligt begreppspreciseringen i kapitel 4.1 kvoten mellan uppnådd prestation (P) med transportsystemet ifråga och gjorda uppoffringar (U) under givna yttre förutsättningar.

Prestationen i exemplet utgjordes av att transportera 1 000 identiska kollin en sträcka av 200 fot. Samtliga transportsystem utför således samma prestation. Det är därför inte nödvändigt att bestämma prestationen i absoluta tal för att göra en jämförelse mellan effektiviteten hos de olika transportsystemen.

Comparison of methods of moving 1000 pieces a distance of 200 feet



Figur 8. Jämförelse mellan sex metoder för transport av 1 000 kollin en sträcka av 200 fot.
Källa: Apple, J M, 1963. Plant layout and materials handling.

Uppoffringarna (U) har i forskningsarbete 1, sid 22, indelats i följande fyra grupper:

1. Direkta kostnader (k_d)
2. Indirekta kostnader (k_i)
3. Svårbestämbara kostnadsfaktorer (k_s)
4. Värderingsfaktorer (k_v)

Effektiviteten hos transportsystemen kan nu tecknas

$$E = \frac{P}{U} = \frac{n \cdot s}{k_d + k_i + k_s + k_v}$$

För att bestämma effektiviteten för de olika transportsystemen återstår att bestämma uppföringarna. I figur 8 ges ett mått på uppföringarna i form av tidsåtgång för transport av 1 000 kollin. Med kända tidskostnader för transportmedlen kan (k_d) ovan bestämmas.

Beräkning av uppföringar enligt kategorierna 2-4 ovan uttryckta i dimensionen kronor kan, om än med viss svårighet genomföras med den metodik som redovisas i forskningsarbete 1, sid 23.

Effektiviteten hos transportsystemen A respektive F kan med 60 respektive 50 kronor/timme för man respektive gaffeltruck skrivas

$$E_A = \frac{1000 \cdot 200}{36,5 \cdot 60 + k_i + k_s + k_v} \quad \text{kollifot/kr}$$

respektive

$$E_F = \frac{1000 \cdot 200}{1,0(60+50) + k_i + k_s + k_v} \quad \text{kollifot/kr}$$

Om k_i , k_s och k_v tills vidare ges värdet noll kronor blir effektiviteten för de båda transportsystemen

$$E_A = 91,3 \quad \text{kollifot/kr}$$

$$E_F = 1\,818,2 \quad \text{kollifot/kr}$$

Den högre effektiviteten hos transportsystem F beror främst på den mindre tidsåtgången för att genomföra prestationen. Den mindre tidsåtgången är i sin tur en frukt av bl a att fler kollin transporterats per gång med transportsystem F.

Under de yttre förutsättningar som gäller för exemplet ovan och med uppgifter som gör det möjligt att bestämma värden på k_i , k_s och k_v för respektive transportsystem kan effek-

tivitetsberäkningen utgöra grund för rationaliseringsåtgärder.

För att man generellt skall kunna använda resultatet måste relevanta egenskaper beskrivas för

- hanteringsenhet
- transportsystem
- yttre förutsättningar.

Prestationen uttryckt som produkten mellan antalet transporterade enheter och transportsträckan är ej tillfyllest, om man t ex vill relatera prestationerna till enheter med andra egenskaper.

En från transportsynpunkt ofta väsentlig egenskap hos materialet är dess vikt. Den vanligaste måtenheten för transportarbete är därför tonkm. För material med låg densitet kan emellertid måtenheten m^3km vara mer relevant.

I forskningsarbete 1, sid 49; redovisas en metod för karakterisering av materialets egenskaper från transportsynpunkt som kan utgöra grund för generellt hänsynstagande till materials egenskaper vid prestationsmätningar.

5 MÄTNING AV TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET

I forskningsarbete 2 har ett flertal mätningar gjorts av resursåtgång för externa och interna transporter av olika materialslag. Det främsta syftet med dessa mätningar har varit:

att registrera förekommande transportsystem
att värdera effektiviteten hos transportsystemen
att uppskatta möjligheten till effektivitetsökning vid transport av olika materialslag.

5.1 GENERELLA MÄTPROBLEM

5.1.1 Interna transporter på byggplatser

Metodstudierna har som framgår av forskningsarbete 2, kapitel 4.2, visat att ett stort antal olika transportsystem använts för samma materialslag. Det transportsystem som tillämpas vid varje särskilt tillfälle grundar sig på personliga preferenser hos de personer som skall utföra eller de som beordrar transporterna samt tillgängliga transportmedel och de yttre förutsättningar som är för handen. I sträng bemärkelse kan man därför betrakta varje observerat transportsystem såsom unikt. Eftersom transportcyklerna för många materialslag ofta tidsmässigt är relativt korta, är det i regel möjligt att låta transporterna utgöra en buffert bland övriga arbetsuppgifter. Detta leder till att det är påfallande vanligt att pågående transporter avbryts utan att vara slutförda p g a omprioriteringar bland arbetsuppgifter av arbetsledning eller av de som utför transporterna. Transporter ingår som en del i de ackordavtal som görs upp mellan arbetsgivare och kollektivanställda. Tidsåtgång för transporter redovisas ej separat.

Ur byggföretagens redovisningssystem kan uppgifter vanligen erhållas beträffande planerade och verkliga kostnader för maskinella transporter på byggplatser. Bland dessa uppgifter kan emellertid ej särskiljas kostnads-

fördelningar på specifika transportprestationer.

I forskningsarbete 2, kapitel 5, har gjorts uppskattningar av totala lastmaskintidens fördelning på olika materialslag. En förhållandevis stor post har ej kunnat relateras till speciella prestationer utan har hänförs till en post övrigt. Detta förhållande ger antydningar om att redovisad tidsåtgång per materialslag är underskattad i relation till den verkliga. Den i beräkningarna använda korrektionsfaktorn för omvandling av metoddid till driftstid bör därför bli föremål för noggrannare studier.

De transportmedel som används på byggplatser är som regel inhyrda. Priset för t ex inhyrda lastmaskiner är lägre än vad som motsvarar verkliga kostnader redovisade i Svenska Byggnadsentreprenörernas timkostnadslistor för maskinhyror. I vissa fall är timpriset för en maskin med förare lägre än byggföretagens direkta kostnader för en kollektivanställd. Orsaken är de marknadsmässiga förhållanden som relaterades i kapitel 2.4. Vid en ytlig betraktelse förefaller dylik prissättning gynnsam för byggföretaget. Eftersom timkostnaden endast utgör en del av effektivitetsbegreppets uppföringar, måste även prestationen ställas i relation till uppföringarna för att man i varje särskilt fall skall kunna bedöma huruvida effektiviteten är gynnsam. Mätningar av uppföringar i form av tidsåtgång för olika transportprestationer medför mot bakgrund av den beskrivning som gjorts i kapitlets inledning praktiska svårigheter på grund av begränsade resurser för mättningsarbete.

Tidsåtgång och tidskostnad utgör en del av uppföringarna. För kollektivanställd personal kan denna del lätt bestämmas. Indirekta kostnader i form av t ex arbetsplatspålägg, svårkvantifierbara kostnader i form av t ex del i centrala kostnader för administration samt värderingsfaktorer medför svårigheter att rättvisande kvantifiera.

5.1.2 Externa transporter leverantör-byggplats

Eftersom kostnader för transporter leverantör-byggplats oftast är inkluderade i materialpriser specificeras sällan transportpriserna. För materialslag med hög densitet och för vissa transporter avseende små kvantiteter debiteras byggaren ett separat transportpris. I de fall transportpris anges svarar detta sällan mot verkliga kostnader.

5.2 TRANSPORTSYSTEM FÖR MINERALULLSISOLERING

5.2.1 Interna transporter på byggplatser

Resultat från studier av interna transporter på byggplatserna redovisas i forskningsarbete 2, kapitel 4.2.

Mätproblem

Utöver de generella mätproblem som redovisats i kapitel 5.1 har följande mätproblem noterats gälla speciellt för mineralullsisolering.

Prestationsmätning

Materialslaget mineralullsisolering utgörs av cirka 150 olika artiklar. Till ett husbyggnadsobjekt används huvudsakligen ca 5 olika artiklar. Då materialet är förpackat i relativt små enheter, avpassade för manuell hantering, är det svårt att kontrollera det antal enheter av varje artikel som transporteras vid varje tillfälle. De olika artiklarnas form och volym innehåll per förpackning skiljer sig åt. Tveksamhet råder huruvida varje förpacknings volym innehåll i okomprimerad form utgör en relevant mätenhet i prestationshänseende artikelslagen emellan.

Mätning av transportavstånd medför med hänsyn till låga krav på noggrannhet inga svårigheter. I de fall artiklarna levereras osorterade kan tveksamhet råda vid prestationsbedömningen i fall där t ex 5 artiklar transporteras artikelvis och lossas vid ett flertal olika konsumtionsställen.

Mätning av uppoffringar

Eftersom transportsystemen vid varje transporttillfälle är unika måste man vid mätningar på byggarbetsplatser samtidigt mäta antal transporterade enheter, sträcka, tidsåtgång för olika resurser samt till transportsystemet hörande övriga resurser som kommer till användning. Dessa senare resursslag utgörs av utrustning för anordnande av lagerutrymme och skydd för materialet. De kostnader som uppkommer i samband härmed varierar, främst beroende på de yttre förutsättningar som är för handen.

Yttre förutsättningar

Beroende på byggplatsens fysiska förutsättningar, klimatförhållanden, tillämpade transportsystem mm, kan lagring på arbetsplatsen av mineralullsisolering leda till svärmätbara men i många fall betydande kostnader.

Yttre förutsättningar påverkar transportsystemens effektivitet i flera andra avseenden. Ett centralt problem är således att beskriva de yttre förutsättningar som påverkar effektiviteten i termer som kan relateras till transportsystemen.

Metoder

Studium av effektiviteten hos transportsystem fordrar under nuvarande förhållanden i regel mycket stora arbetsinsatser. Dessa insatser kan dock begränsas genom att studiearbetet till viss del tillåtes styra transporterarnas genomförande. Detta kan vara en mer lättframkomlig väg. De nackdelar som är förknippade med ett sådant förfarande är dock det faktum att mätmetoden påverkar mätobjektet.

De i forskningsarbete 2, kapitel 4.2, redovisade transportsystemen är syntetiskt konstruerade utifrån studier av mest frekventa transportsystem.

Resultatet av studierna antyder en differens transportsystemen emellan till fördel för alternativt transportsystem. Detta förhållande kan vara av mer generellt intresse och bör föranleda mer ingående studier av effektiviteten hos transportsystemen. Studierna bör läggas upp på sådant sätt att olika ingående variabler kan isoleras och mätas, vilket förutsätter en systematisk uppläggning av studierna. Intresset bör härvid koncentreras till kritiska punkter i respektive transportsystem.

5.2.2 Externa transporter

Mätproblem

Något relevant pris på de uppföringar som görs vid externa transporter redovisas ej. Eftersom det är leverantören som ombesörjer transporter är det olämpligt att beräkna effektiviteten hos externa transportsystem enbart med avseende på de externtransportfordon som anländer till byggplatsen. I många fall sker samleveranser till flera byggplatser varav den studerade kan utgöra en.

För att man skall kunna göra mätningar som ger rimliga effektivitetsmått, måste utgångspunkten vara leverantörens transportförutsättningar.

Prestationsmätning

Utifrån offentligt redovisade uppgifter om totalförsäljning och medeltransportavstånd enligt tabell 1 kan överslagsmässigt ett producentföretags prestation bestämmas på makronivå.

Mätning av uppföringar

Med tillgång till företagsinterna uppgifter om prestationer och uppföringar kan ett effektivitetsmått bestämmas.

Metoder

Utan tillgång till interna redovisningar om prestationer och uppföringar måste andra utgångspunkter för effektivitetsbestämningar väljas.

Ett datorprogram har konstruerats för beräkning av transportkostnaden för några viktiga kostnadspåverkande faktorer.

De utgångspunkter och förutsättningar som gäller för programmet redovisas i forskningsarbete 2, avsnitt 3.3.2. I kapitlets figur 3.3.1 redovisas för angiven fordonskombination transportkostnaden i kronor per m^3 som funktion av totalt transporterad kvantitet (m^3) per transport vid olika transportavstånd och terminaltider.

Under de förutsättningar som gäller för de i figuren redovisade transportkostnaderna kan inverkan av olika transportavstånd, terminaltider och fyllnadsgrader studeras. Effektiviteten hos en fordonskombination kan, med de utgångspunkter som gäller för sambanden i figuren, bestämmas. Vid ett transportavstånd om 300 km erhålls för olika fyllnadsgrader och terminaltider de effektivitetsvärden som sammanställts i tabell 2.

Tabell 2. Effektiviteten ($\text{m}^3\text{km/kr}$) hos tvåaxlig lastbil typ Scania LB 11150 och tvåaxlig släpvagn typ S2-FT-100, vid olika terminaltider och fyllnadsgrader för transportavståndet 300 resp 60 km. (1977 års kostnadsläge)

Terminal- tid minuter	Transportavstånd					
	300 km			60 km		
	Fyllnadsgrad			Fyllnadsgrad		
	1,0	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6
60	19,0	15,0	11,3	15,8	12,8	9,4
120	18,0	14,3	10,7	13,0	10,7	7,7
180	17,0	13,4	10,3	11,5	9,2	6,6
240	16,4	13,1	9,8	10,0	7,7	5,8
300	15,8	12,6	9,4	8,8	6,9	5,2

Av tabellen framgår bl a att för samma fordonskombination, terminaltid och fyllnadsgrad, är effektiviteten lägre vid det kortare transportavståndet än vid det längre. Vid 300 km transportavstånd uppväger en förlängning av terminaltiden med drygt 240 min en ökning av fyllnadsgraden från 0,8 till 1,0 utan att effektiviteten försämras. För kortare transportavstånd är denna tidsmarginal mindre. Eftersom medelavståndet för mineralullsisolering ligger kring 300 km bör man för dessa transportavstånd eftersträva maximal fyllnadsgrad även om terminaltiden förlängs härigenom.

Mineralullsisolering kan med nuvarande tekniska krav komprimeras till en volym som utgör 1/4 av den okomprimerade. Detta innebär teoretiskt att transportmängden kan fyrdubblas och således även prestationen. Med nuvarande orderstruktur och fordonsstruktur skulle varje fordon i medeltal behöva besöka fyra gånger så många kunder per transport, vilket skulle leda till förlängd terminaltid. Även för att åstadkomma komprimeringen erfordras ökade uppföringar.

Yttre förutsättningar

Av ovanstående framgår betydelsen av hög fyllnadsgrad samt korta terminaltider i samband med lastning och lossning. En viktig yttre förutsättning för transportmedels effektivitet vid transporter av mineralull är kundorderstrukturen: ju fler order och artiklar per order en transport omfattar, desto längre terminaltid och lägre fyllnadsgrad.

5.2.3 Sammanfattning

I forskningsarbete 2, kapitel 5.1, har transportkostnader för byggare och leverantör sammanställts med avseende på transporterad kvantitet vid vissa angivna yttre förutsättningar.

5.3 TRANSPORTSYSTEM FÖR TEGELSTEN

5.3.1 Interna transporter på byggplatser

Resultat från studier av interna transporter på byggplatser av Bengtsson, B P-A och Berglind, G (1976) samt från studier enligt forskningsarbete 2 har sammanställts i det senare arbetets kapitel 4.2.

Mätproblem

Utöver de generella mätproblem som redovisats i kapitel 5.1 har följande mätproblem noterats gälla speciellt för tegelsten.

Prestationsmätning

Tegelstenar finns i olika utföranden, dimensioner och densitet. De i forskningsarbete 2 redovisade resultaten avser tegelsten för fasadmurning.

Tegelstenar transporteras lastade på tegelpall. Antalet stenar per pall varierar liksom även dimension och densitet.

Mätning av uppföringar

Transporter av tegelsten har varit föremål för åtskilliga studier. Ingående kunskaper finns om den fysiska arbetsbelastning som är förknippad med kärning av tegel, se t ex Hansson, J-E och Carlsson, I (1963). Detta till trots är kärningen den dominerande metoden för interna transporter av tegelsten.

I leverantörens åtagande ingår fri lossning på av byggarren anvisad plats. Något olika bestämmelser gäller beträffande krav på platsens kvalitet och tillgänglighet för transportfordon samt andra krav på bistånd med byggplatsresurser.

De interna tegeltransporterna från förråd till användningsställe sker som regel av murarhantlangare. I dennes uppgifter ingår även andra arbetsmoment: blandning av bruk, transport av bruk, städning, ställningsarbete mm. Tidsåtgången för transport av tegelsten påverkas därför av hur hantlangaren organiserar sitt arbete samt vilka yttre förutsättningar som är för handen.

Utöver de direkta kostnaderna som kan bestämmas med känd tidsåtgång och tidskostnad samt indirekta kostnader utgör svårbestämbara kostnader samt värderingsfaktorer viktiga delar för mätning av uppföringar.

Yttre förutsättningar

Några viktiga yttre förutsättningar som påverkar uppföringarnas storlek är

- antalet murare per hantlangare
- byggplatsens fysiska förutsättningar
- fysiska förutsättningar m a p det blivande murverket
- klimat

Ovanstående egenskaper är svåra att isolera och mäta.

Metoder

Enligt forskningsarbete 2, figur 4.2.6, ger det alternativa transportsystemet för interna transporter de lägsta direkta kostnaderna per transporterad pall. Vid ett transportavstånd av 25 meter är transportsystemens effektivitet 50 respektive 23 pallmeter/kr för alternativt respektive konventionellt transportsystem.

Resultaten indikerar att det för förhållanden som gällt vid mätningarna är intressant att studera effektiviteten hos maskinella transportsystem vid olika yttre förutsättningar. Som framgår av beskrivningen i forskningsarbete 2 är det viktigt att även behandla de praktiska problem som är förknippade med transport av tegel.

5.3.2 Externa transporter

Mätproblem

Leverantören debiterar separat pris för transport av tegel. Priserna är differentierade med hänsyn till avstånd och kvantitet per transport.

Prestationsmätningar

Tegelstenars olika densitet försvårar mätning av prestationer.

Mätningar av uppoffringar

Med hjälp av det i forskningsarbete 2, kapitel 3.3, beskrivna programmet för beräkning av transportkostnader har kunnat konstateras relativt god överensstämmelse mellan debiterat pris och kostnad beräknad enligt programmet.

Genom att transportpriset är baserat på 1 000 stenar måste dock hänsyn till densitetsskillnader tagas vid effektivitetsberäkningar.

Metoder

Med hjälp av forskningsarbete 2, figur 3.3.7, och där beskrivna förutsättningar har värden på effektiviteten för aktuell fordonskombination beräknats, tabell 3.

Tabell 3. Effektiviteten (tonkm/kr) för treaxlig lastbil typ Scania LBS 140 42 och treaxligt släp typ S3-L6-FTD-130, vid olika terminaltider och fyllnadsgrader för transportavstånden 300 respektive 100 km (1977 års kostnadsläge).

Terminal- tid minuter	Transportavstånd (km)					
	300			100		
	Fyllnadsgrad			Fyllnadsgrad		
	1,0	0,8	0,6	1,0	0,8	0,6
60	4,8	3,8	2,8	4,3	3,6	2,6
120	4,5	3,6	2,7	3,8	3,1	2,3
180	4,2	3,4	2,6	3,4	2,8	2,1
240	4,0	3,2	2,4	3,1	2,5	1,9
300	3,8	3,0	2,3	2,8	2,3	1,8

Av tabellen framgår vikten av hög fyllnadsgrad samt korta terminaltider i samband med lastning och lossning.

Kundorderstrukturen utgör en viktig yttre förutsättning för möjligheterna till effektivitetshöjande åtgärder.

5.3.3 Sammanfattning

I forskningsarbete 2, kapitel 5.1, har, liksom för mineralullsisolering, transportkostnader för byggare och leverantör sammanställts med avseende på med olika transportsystem transporterad kvantitet under vissa angivna yttre förutsättningar.

I forskningsarbete 2, kapitel 3.3.3, beskrivs metod för effektivitetsbestämning av transportsystem, baserade på växelflaksteknik respektive konventionella transportsystem. Metoden är tillämplig på externa transporter av tegelsten.

5.4 TRANSPORTSYSTEM FÖR JÄRNHANDELSVAROR

I följande avsnitt anges problem och metoder för effektivitetsmätning av transportsystem för järnhandelsvaror. Underlaget härför redovisas i forskningsarbete 2, kapitel 4.3.

5.4.1 Mätproblem

Förfarandet för precisering av järnhandelsvarubehovet har beskrivits ovan i kap 3.1.

Prestationsmätningar

De artiklar som ingår i järnhandelssortimentet har från transportsynpunkt sinsemellan olika egenskaper. Med avseende på egenskapen värde är detta förhållande speciellt markant.

Mätning av uppoffringar

Endast i de fall leverantören debiterar fraktkostnad och/eller expeditionsavgift kan uppgifter om uppoffringar återfinnas i redovisningssystem.

Yttre förutsättningar

Förfarandet vid precisering av järnhandelsvarubehovet utgör en viktig del i de yttre förutsättningar som påverkar effektiviteten hos transportsystem för järnhandelsvaror.

5.4.2 Metoder

Prestationsmätning

Förfarandet för att fastställa verklig förbrukning av

olika artikelslag för några byggobjekt har beskrivits i forskningsarbete 2, kapitel 4.3.

Genom att man systematiskt noterar och dokumenterar förbrukning av olika artiklar för olika byggnadsobjekt kan ett underlag för prognostisering av behovet för ett nytt byggobjekt sammanställas.

Vid begränsning av antalet leverantörer av järnhandelsvaror till ett byggobjekt förbättras möjligheterna till mätning av prestationen.

Mätning av uppoffringar

De direkta kostnaderna kan med tillgång till följesedlar bestämmas på sätt som redovisas i forskningsarbete 2, kapitel 4.3. Kostnader för administration, störningar mm är svårbestämbara.

Antalet transporttillfällen totalt kan utgöra ett indirekt mått på uppoffringarna.

5.5 METODER FÖR BESTÄMNING AV TRANSPORTSYSTEMS EFFEKTIVITET

De faktorer som påverkar effektiviteten hos transportsystem bestäms av egenskaperna hos transportsystem, hanteringsenhet och yttre förutsättningar (figur 7).

En naturlig strävan är att ständigt söka förbättra effektiviteten hos transportsystemen. Detta kan ske genom förändring av hanteringsenhet, transportsystem och yttre förutsättningar på så vis att deras egenskaper anpassas till varandra.

5.5.1 Egenskapsredovisning

Hanteringsenhet

Beskrivningen av hanteringsenhetens egenskaper har två syften. Det ena är att beskriva egenskaper som kan utgöra grund för prestationsmätningar. Det andra syftet

är att beskriva egenskaper hos hanteringsenheten som är relevanta för val av transportmedel.

Beskrivning av hanteringsenheter i prestationsbestämmande syfte är framför allt nödvändig då man önskar studera effektiviteten hos transportsystem med hänsyn till olika hanteringsenheter.

För effektivitetsjämförelser mellan olika transportsystem med identiska hanteringsenheter är prestationsvariabeln densamma och behöver ej bestämmas i absoluta tal. Under dessa förhållanden kan man nöja sig med att beskriva de egenskaper hos hanteringsenheten som är väsentliga för valet av transportsystem under givna yttre förutsättningar. Denna beskrivning kan liksom för det enskilda materialet göras med hjälp av metod som redovisas i forskningsarbete 1 kapitel 2.3.4 och 3.2 samt metoder enligt Sörås, A (1973).

Transportsystem

Transportsystems egenskaper beror av egenskaperna hos transportmedel och transportmetod samt samspelet dessa emellan enligt den begreppsprecisering som gjordes i kapitel 4.1.

Transportsystems egenskaper kan beskrivas med hjälp av redovisningen i forskningsarbete 1, kapitel 2.3.8 och 5.6 samt med hjälp av relevanta beskrivningar av transportmetoder. Se här även Sörås, A (1973).

Yttre förutsättningar

Definitionsmässigt skall här beskrivas alla yttre förutsättningar som kan påverka transportsystemens effektivitet utöver de som beror av transportsystem och hanteringsenhet. Sådana beskrivningar kan för närvarande göras endast med hjälp av uppräknings av faktorer som kan tänkas påverka studerade samband. Utifrån följande gruppering kan för varje särskilt fall uppräknings göras:

Byggplatsförutsättningar
 Leverantörförutsättningar
 Transportörförutsättningar
 Lagar och förordningar

5.5.2 Mätförfarande

För att man skall kunna bestämma samband mellan olika variabler måste dessa kunna isoleras och mätas. Härvid måste med nödvändighet vissa problemavgränsningar göras. Följande förfaringssätt kan vara lämpligt:

1. Mäta olika transportsystems effektivitet under beskrivna konstanta egenskaper hos hanteringsenhet och yttre förutsättningar.
2. Mäta effektiviteten hos ett transportsystem med olika beskrivna egenskaper hos hanteringsenheter och konstanta beskrivna egenskaper hos yttre förutsättningar etc.

Ovan beskrivna mätförfarande medger ej studier på byggplatser eftersom möjligheterna där är starkt begränsade att utföra systematiska mätningar enligt ovan.

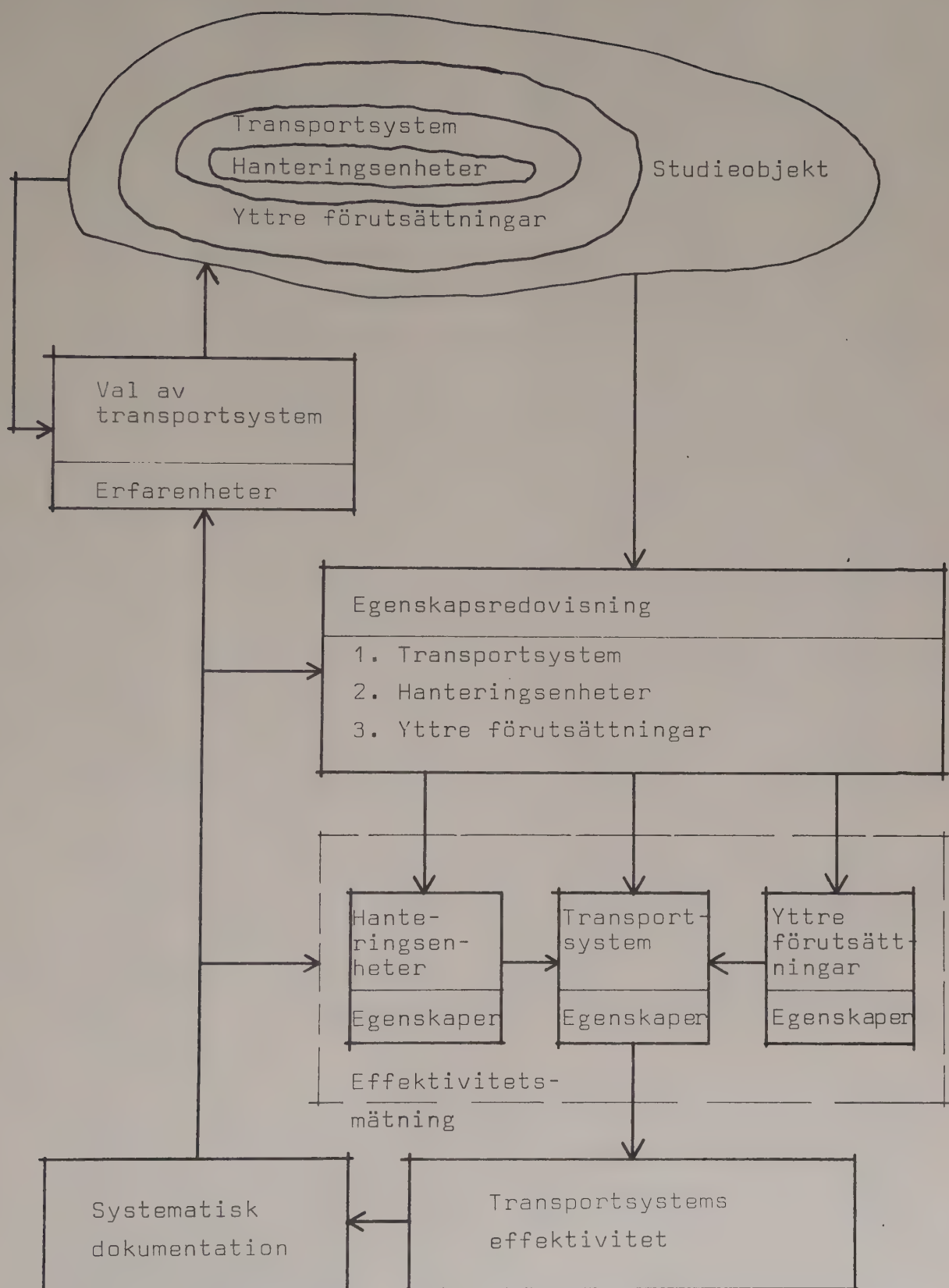
Mätningar under laborationsmässiga förhållanden ger goda möjligheter till kontroll av mätobjekt. En kombination av byggplatsmätningar och mätningar i laboratorier torde ge bästa resultat.

P g a problemets omfång och komplexitet är det osäkert om nyttan av framtagna resultat motsvarar uppoffringarna. En användbar metodik för att erhålla god effektivitet vid effektivitetsmätningar synes vara att ute på fältet göra en analys av vilka förhållanden som kan vara väsentligast att studera. Härigenom inriktas arbetet på de mest lönsamma studieobjekten.

Ovanstående förfaringssätt kan väsentligt underlättas på flera punkter. Studierna av kostnader för transport av tegelsten har bl a visat relativt god överensstämmelse mellan kostnader beräknade i forskningsarbete 2 och praktiskt tillämpade priser.

Om således parterna (byggare, transportör och leverantör) i större omfattning än för närvarande vore benägna att redovisa separata priser för olika transportprestationer skulle mätningar väsentligt underlättas. Härigenom kan även utvecklingsfrämjande förhållanden framkomma.

Ett kombinerat förfarande torde ge den på sikt bästa nyttan, figur 9. Härvid torde forskarnas mest väsentliga bidrag vara att utforma instrument för egenskapsbeskrivningar, mätmetoder och utvärderingsmetoder.



Figur 9. Schematisk illustration av förfarandet vid val av transportsystem baserat på effektivitetsmätningar

6 UTVECKLINGSLINJER OCH FORTSATT FORSKNING

Anpassningen av priser till faktisk kostnad för prestationer i samband med transporter mellan leverantör och kund är bristfällig. Inom leverantörledet känner man väl till de samlade kostnaderna för t ex transport från produktionslinje till lager, för transport till utlastning samt för utleveranser till kund. Däremot känner man dåligt kostnaderna för enstaka leveranser och ej heller storleken av de faktorer som påverkar kostnaderna.

En av anledningarna härtill är att byggmaterialleverantörerna många gånger själva inte svarar för transporter utan i stället hyr in transportkapacitet. Underlaget för prissättning grundad på tidigare erfarenheter och statistik är bristfälligt. Bristerna består i åkeriföretagens begränsade möjligheter att kalkylera faktiska kostnader för specifika transportprestationer. Byggarna ser helt naturligt till aktuella priser i samband med ett köpeavtal. Härvid diskuteras rabatter utifrån skilda motiv. Sällan tar dessa diskussioner fasta på hur olika leveransförhållanden inverkar på kostnaderna och härigenom på skäligheten i rabattgivning.

Byggaren liksom leverantören saknar ofta underlag för bedömning av vilka kostnadsförändringar som uppkommer vid en ändring av transportförutsättningarna. Genom långsiktiga avtal mellan leverantör och åkeriföretag möter det stora svårigheter att i enstaka fall motivera prisändringar.

Förekomsten av enhetliga priser och fraktfria leveranser är ett stort hinder för materialflödeseffektivisering. Det främsta skälet härtill är att byggaren ej ges möjlighet att välja de transportförhållanden som ger lägsta transportkostnader. Speciellt leveranskvantitet och lastsammansättning och andra serviceåtgärder bör bli föremål för en differentierad prissättning.

Med avseende på transporter mellan leverantör och byggplats föreslås följande utvecklingslinjer:

1. Förbättra leverantörers och byggares kunskaper om kostnaderna för olika transportprestationer.
2. Anpassa priserna till transportprestationskostnaderna.
3. Utveckla alternativa arbetsformer på basis av 1 och 2.
4. Utveckla nya transportmetoder och transportsystem samt administrativa rutiner för effektiv användning av transportsystemen.

Transportören är den som har bästa möjligheterna att informera byggmaterialleverantörer och byggare om hur kostnaderna påverkas av olika transportförutsättningar (1). Informationen bör i första hand riktas till byggarbetarna.

Eftersom många av transportkedjans kostnadskomponenter är svårkvantifierbara och dessutom från fall till fall påverkas till storlek av en mängd faktorer kan en prisanpassning inte genomföras utan ingående kunskap om faktorernas påverkan på komponenterna. Anpassningen av priser till kostnader (2) måste således ske successivt. Viktigt härvid är att kunskap om kostnaderna och deras komponenter införskaffas samt att de i en affärsuppgörelse redovisas separat.

Med höjt kostnadsmedvetande hos byggare och leverantörer samt kostnadsanpassade priser, finns gynnsammare förutsättningar för utveckling av nya effektiva transportsystem.

Effektivitetsvinsterna får härvid vägas mot merkostnader för administration. Ökade krav på energihushållning kan förväntas ge ökat utrymme för administration av transporter.

Alternativa arbetsformer (3) bör alltid vara föremål för diskussioner. Byggaren synes i dag spela en förhållandvis passiv roll inom transportområdet. Det är möjligt att utvecklingslinjerna 1 och 2 ovan kommer att innebära att byggaren bör ta över delar av byggmaterialtransporterna.

Utveckling av nya transportmetoder och transportsystem samt administrativa rutiner (4) kan ske lättare än i nuläget om åtgärder 1-3 ovan vidtages. Rutinernas utformning är beroende av de arbetsformer och de roller som parterna spelar. Arbetsformer och rollfördelning bör ej vara en gång för alla givna. En ständig strävan att finna de lämpligaste formerna och rollfördelningarna är väsentlig. Kompletteringstransporter utgör ett speciellt och ofta svårlöst problem utifrån ovanstående utgångspunkter. Av konkurrensskäl kan i sådana fall en leverantör sällan ta ut ett pris som täcker kostnaderna. De åtgärder som bör vidtagas för att minska behovet av kompletteringstransporter är främst följande:

1. Förbättring av materialbehovspreciseringen.
2. Minskning av skador genom användning av bättre hanteringsmetoder och hanteringsenheter.
3. Minskning av svinn och skador genom bättre och säkrare lagring.

Den fortsatta forskningen bör inriktas på att vidareutveckla de instrument som redovisas i arbetet. Med praktiskt användbara metoder för egenskapsredovisning samt metoder för beräkning och utvärdering av transportsystems effektivitet bör man med konkreta exempel påvisa nuvarande transportsystems effektivitet. Ett successivt arbete härmed bör utföras på basis av de rön som föreliggande avhandling givit.

I forskningsarbete 2, kapitel 6, har sammanställts ett flertal andra angelägna forskningsuppgifter.

REFERENSER

Apple, J, 1963. Plant layout and materials handling. - Second Edition. The Ronald Press Company, New York. USA.

Bjerninger, S, 1970. Transportteknisk utveckling. Allmänna grundsatser och riktlinjer. - Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

Datagruppen, 1973. Rationellare byggnadsproduktion. 4. Återföring av byggandedata till projekteringen. - Rapport 14:1973, Byggforskningen, Stockholm.

Hansson, J-E och Carlsson, I, 1963. Fysiologisk-tekniska metodstudier av kärror och kärnningsarbete. Byggnadsindustrins forskningsrapporter och uppsatser, nr 2. Byggnadsindustrins arbetsforskningsstiftelse, Malmö.

Sellfors, S, 1977. Byggmaterialdistribution - system och kostnader. - Manuskriptmanus. Institutionen för trafikteknik, LTH. Lund.

Sörås, A, 1973. Samband mellan byggelements transporterbarhet och transportmedels egenskaper och ekonomi. - Rapport nr TMTP 1003. Licentiatavhandling. Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

För övrigt hänvisas till referensförteckningar i forskningsarbetena 1 och 2.

Förteckning över egna och tillsammans med andra
publicerade forskningsarbeten

Bengtsson, B P-A, 1970. Transportkostnad. Institutionen
för transportteknik, LTH. Lund.

Bengtsson, B P-A, 1971. Studium av planeringsfunktionen
vid byggande av radartorn. - Rapport nr TMTP-7003,
Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

Bengtsson, B P-A, 1973. Metod för planering av byggplat-
sens interna transporter. - Rapport R37:1973, Bygg-
forskningen. Stockholm.

Bengtsson, B P-A och Sörås, A, 1974. Anläggningstrans-
porter - problem och forskningsbehov. - Rapport nr
TMTP-3011, Institutionen för transportteknik, LTH.
Lund.

Bengtsson, B P-A och Sörås, A, 1974. Leveransteknikens
inverkan på byggproduktionskostnaderna. Delrapport
avseende nuvarande leveransteknik och fördelaktig
leveransteknik för byggmaterialleverantörer. - Rapport
nr TMTP-3017, Institutionen för transportteknik, LTH.
Lund.

Bengtsson, B P-A och Berglind, G, 1976. Rationella trans-
portmetoder vid murat byggande. - Rapport nr TMTP-3027,
Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

Bengtsson, B P-A, Fernvall, L och Linnros, P, 1975.
Leveransteknikens inverkan på byggproduktionskostnaderna.
Fördelaktig leveransteknik för byggplatser. - Rapport
nr TMTP-3022, Institutionen för transportteknik, LTH.
Lund.

Andersson, F, Bengtsson, B P-A, Fernvall, L och
Jepson, M, 1977. Leveransteknikens inverkan på
byggproduktionskostnaderna. Slutrapport. - Rapport
nr TMTP-3032, Institutionen för transportteknik,
LTH. Lund.

Förteckning över handledda examensarbeten

Bynelius, J-O, 1973. Förpackning av spisar. - Nr 5037,
Institutionen för transportteknik, LTH. Lund.

Carlsten, O och Fernvall, L, 1974. Materialflödet till
byggplatser. Administrativa och fysiska rutiner. -
Nr 5047, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Svensson, P, 1975. Lastsammansättning vid småhusexport.
- Nr 5046, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Jonson, R och Larsson, I, 1975. Växelflaxsystems använd-
ning vid byggplatsers materialförsörjning. - Nr 5052,
Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Romeaus, B och Svensson, O, 1975. Massförflyttnings-
arbetet inom det svenska byggandet 1975-1985. En
studie med tillämpning för tipptruckar och traktor-
dumprar. - Nr 5056, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Jonsson, T och Schmidt, N-E, 1975. Maskininvesterares
informationsbehov. En studie kring grävmaskiner och
lastmaskiner. - Nr 5062, Inst för transportteknik, LTH.
Lund.

Hemer, M, Hinn, L och Mårtensson, A, 1975. Grävmaskiner
och hjullastare vid berglastning. - Nr 5071, Inst för
transportteknik, LTH. Lund.

Brucks, R och Widerberg, A, 1976. Metoder och hjälpmedel
för fysisk distribution av tegel. - Nr 5073, Inst för
transportteknik, LTH. Lund.

Gustavsson, H och Södergård, G, 1976. Skador vid import
av natursten. - Nr 5074, Inst för transportteknik,
LTH. Lund.

Gustavsson, T, 1977. Faktadatabank för val av transportmedel. - Nr 5076, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Ahlén, A och Josefsson, B, 1977. Transportplanering för småhusområde. - Nr 5085, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

Kleiby, P, 1977. Effekter av terminaletablering för mineralullsisolering. - Nr 5082, Inst för transportteknik, LTH. Lund.

